

## Beschreibung

**Kunststoffmasse, Erzeugnis mit der Kunststoffmasse und  
Verwendung der Kunststoffmasse**

5

Die Erfindung betrifft eine Kunststoffmasse mit mindestens einem Polymer, mindestens einer organischen Ausgangsverbindung mindestens eines keramischen Werkstoffs und mindestens einem Glasmaterial zur Bildung einer

10 Glaskeramik mit dem keramischen Werkstoff, das ein Glas und/oder ein Ausgangsmaterial des Glases aufweist. Neben der Kunststoffmasse wird ein Erzeugnis mit der Kunststoffmasse und ein Verwendung der Kunststoffmasse angegeben.

15 Eine Kunststoffmasse der genannten Art, ein Erzeugnis mit der Kunststoffmasse und eine Verwendung der Kunststoffmasse sind aus der WO 01/85634 A1 bekannt. Die Kunststoffmasse ist keramisierbar. Dies bedeutet, dass die Kunststoffmasse durch eine thermische Zersetzung (Pyrolyse) in einen keramischen

20 Werkstoff umgesetzt werden kann. Das Polymer der Kunststoffmasse ist ein Basismaterial, aus dem die Kunststoffmasse hauptsächlich besteht. Das Basismaterial der Kunststoffmasse ist beispielsweise ein Polyorganosiloxan (Polysiloxan, Silicon,  $[R_2(SiO)]_x$ ). Das Polyorganosiloxan,

25 beispielsweise Poly(dimethylsiloxan)  $[(CH_3)_2(SiO)]_x$ , ist nicht nur das Basismaterial der Kunststoffmasse, sondern auch die organische Ausgangsverbindung des keramischen Werkstoffs der Kunststoffmasse. Neben dem Polyorganosiloxan weist die Kunststoffmasse ein anorganisches Ausgangsmaterial des

30 keramischen Werkstoffs auf, beispielsweise Aluminiumoxid ( $Al_2O_3$ ). Das Glasmaterial zur Bildung der Glaskeramik ist beispielsweise ein Borosilikatglas. Durch die thermische Zersetzung der Kunststoffmasse bildet sich eine Glaskeramik, die keramische Phasen und Glasphasen aufweist.

35

Bei der thermischen Zersetzung des Polyorganosiloxans an Luft (Zersetzungstemperatur  $T_z$  von etwa  $500^\circ C$ ) entsteht zunächst

## 2

ein mehr oder weniger poröses, amorphes Grundgerüst (Matrix) aus Siliziumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ). Das Siliziumdioxid reagiert bei höheren Temperaturen ( $1000^\circ\text{C}$  bis  $1200^\circ\text{C}$ ) mit dem Aluminiumoxid zum keramischen Werkstoff in Form eines Alumo-  
5 oder Aluminiumsilikats. Der keramische Werkstoff ist beispielsweise das Aluminiumsilikat Mullit ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \times \text{SiO}_2$ ). Durch die Anwesenheit des Borosilikatglases bildet sich eine Glaskeramik mit dem keramischen Werkstoff. Das Borosilikatglas hat einen Glaspunkt  $T_g$  von etwa  $560^\circ\text{C}$ . Das  
10 Borosilikatglas führt bereits bei einer Temperatur unter einer Bildungstemperatur des keramischen Werkstoffs zu einer Verdichtung der Ausgangsverbindungen und/oder von Zwischenprodukten des keramischen Werkstoffs durch viskoses Fließen. Dadurch entsteht aus dem zunächst poröse Grundgerüst  
15 aus Siliziumdioxid eine hochdichte Glaskeramik.

Die Kunststoffmasse wird beispielsweise als FRNC (Flame Retardant Non Corrosive)-Kabelummantelung zur elektrischen Isolierung eines Kabels verwendet. Bei einem Brand des Kabels  
20 kommt es zur thermischen Zersetzung der Kunststoffmasse. Dabei bildet sich aus der Kabelummantelung eine dichte, mechanisch belastbare, elektrisch isolierende Schicht aus einer Glaskeramik. Eine Funktion des Kabels bleibt auch bei einem Brand zumindest über eine gewisse Zeit erhalten. Ein  
25 Ausfall einer Funktion des Kabels aufgrund eines Brandes des Kabels verzögert sich.

Die Kunststoffmasse wird bei einer zeitabhängigen thermischen Zersetzung, die mit einer sehr schnellen Temperaturerhöhung  
30 verbunden ist, zu einer sehr dichten Glaskeramik umgesetzt. Es resultiert eine dichte, elektrisch isolierende Schicht aus der Glaskeramik. Problematisch ist allerdings eine thermische Zersetzung der Kunststoffmasse, die mit einer relativ langsamen Temperaturerhöhung verbunden ist. Dabei bildet sich  
35 zunächst das poröse Grundgerüst aus Siliziumdioxid, ohne dass eine Verdichtung durch das Borosilikatglas eingeleitet werden könnte. In Folge davon wird keine dichte Glaskeramik

erhalten. Eine aus einem Brand eines Kabels resultierende Schicht aus Glaskeramik ist nicht dicht. Die Funktion des Kabels kann im Fall eines Brandes über einen längeren Zeitraum nicht gewährleistet werden.

5

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kunststoffmasse anzugeben, die auch bei einer thermischen Zersetzung, die von einer relativ langsamen Temperaturerhöhung begleitet ist, zu einer dichten Glaskeramik führt.

10

Zur Lösung der Aufgabe wird eine Kunststoffmasse mit mindestens einem Polymer, mindestens einer organischen Ausgangsverbindung mindestens eines keramischen Werkstoffs und mindestens einem Glasmaterial zur Bildung einer Glaskeramik mit dem keramischen Werkstoff angegeben, das ein Glas und/oder ein Ausgangsmaterial des Glases aufweist. Die Kunststoffmasse ist dadurch gekennzeichnet, dass das Glas einen Glaspunkt  $T_g$  aufweist, der im Wesentlichen einer Zersetzungstemperatur  $T_z$  der organischen Ausgangsverbindung entspricht.

15

20

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein Erzeugnis mit der Kunststoffmasse zur chemischen und/oder elektrischen Isolierung mindestens einer Komponente des Erzeugnisses angegeben.

25

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird die Kunststoffmasse zum Herstellen einer Glaskeramik durch thermisches Zersetzen der Kunststoffmasse verwendet.

30

Durch die Pyrolyse der Kunststoffmasse wird die organische Ausgangsverbindung des keramischen Werkstoffs zersetzt. Die organische Ausgangsverbindung ist insbesondere ein Polyorganosiloxan. Das Polyorganosiloxan ist beispielsweise Poly(dimethylsiloxan). Polyorganosiloxane weisen eine Zersetzungstemperatur  $T_z$  von unter 500°C aus. Dabei bildet

35

sich ein poröses Grundgerüst aus Siliziumdioxid oder Siliziumoxycarbid. In dieses poröse Grundgerüst wird nun bei einer relativ niedrigen Temperatur Glas infiltriert. Dies gelingt dadurch, dass das eingesetzte Glas bei der

5 Zersetzungstemperatur  $T_z$  der organischen Ausgangsverbindung eine niedrige Viskosität aufweist. Aufgrund von Kapillarkräften wird das mehr oder weniger flüssige Glas in das sich bildende poröse Grundgerüst aus Siliziumdioxid infiltriert. Ein Verdichten der Ausgangsmaterialien der

10 Glaskeramik bzw. der Zwischenstufen der Glaskeramik ist damit auch bei thermischen Zersetzung sichergestellt, die mit einer relativ langsamen Temperaturerhöhung einhergeht. Es resultiert ein glaskeramischer Werkstoff mit einer hohen Dichtigkeit. Es wird auch bei einer schnellen

15 Temperaturerhöhung eine feste, dichte Ascheschicht erhalten. Es findet eine kinetisch ungehemmte Glasphasenbildung der glaskeramischen Zusammensetzung statt, die zu einer Passivierung sowohl bei einem schnellen als auch bei einem langsamen Brand bzw. bei unterschiedlichen Flammtemperaturen

20 führt.

Als organische Ausgangsverbindungen sind beliebige organische bzw. metallorganische Verbindungen denkbar. Vorzugsweise ist das Polymer selbst die organische Ausgangsverbindung.

25 Beispielsweise ist die organische Ausgangsverbindung ein siliziumorganisches Polymer wie Polysilan, Polycarbosilan, Polysilazan oder Polyorganosiloxan. Denkbar ist auch ein Gemenge verschiedener Polymere oder ein Copolymerisat aus verschiedenen metallorganischen und nicht metallorganischen

30 Monomeren. Die organische Ausgangsverbindung kann polymerisiert oder monomer vorliegt. Monomer bedeutet, dass die organische Ausgangsverbindung unvernetzt und polymerisiert, dass die organische Ausgangsverbindung teil- oder vollständig vernetzt ist. Die organische

35 Ausgangsverbindung kann das Basismaterial der Kunststoffmasse bilden. Denkbar ist auch, dass die organische Ausgangsverbindung eine Beimengung des Basismaterials der

Kunststoffmasse ist. Als Beimengung ist insbesondere auch denkbar, dass die organische Ausgangsverbindung ein metallorganisches Salz oder ein metallorganischer Komplex ist. Bezüglich der genannten organischen Ausgangsverbindungen weist das Glas insbesondere einen Glaspunkt  $T_g$  von unter 500° C auf. Wenn die organische Ausgangsverbindung sich erst bei höherer Temperatur zersetzt, so kann auch ein Glas mit einem Glaspunkt  $T_g$  von über 500° C verwendet werden.

- 10 Der keramische Werkstoff und/oder die Glaskeramik mit dem keramischen Werkstoff weisen insbesondere zumindest ein aus der Gruppe Aluminium, Bor, Barium, Bismut, Kalzium, Magnesium, Stickstoff, Sauerstoff, Silizium, Titan, Zink und/oder Zirkonium ausgewähltes Element auf. Insbesondere ist
- 15 der keramische Werkstoff ein Silikat. Vorzugsweise ist das Silikat ein Alumo- oder Aluminiumsilikat. Derartige Silikate sind beispielsweise Mullit, Sillimanit oder Kyanit.

In einer besonderen Ausgestaltung weist das Polymer der

20 Kunststoffmasse und/oder die organische Ausgangsverbindung des keramischen Werkstoffs einen Halogenanteil von unter einem mol.% auf. Üblicherweise werden zum Brandschutz eines Kabels Kabelummantelungen aus halogenhaltigen Polymeren eingesetzt. Ein gängiges, schwer brennbares Polymer ist

25 beispielsweise Polyvinylchlorid (PVC). Diese halogenhaltigen Polymere spalten bei der thermischen Zersetzung Halogene bzw. Halogenverbindungen. Die Halogene bzw. Halogenverbindungen führen zur Eindämmung eines Brandes der Kunststoffmasse. Freigesetzte Halogene und Halogenverbindungen können

30 allerdings zu einer hohen Belastung der Umwelt führen. So bildet sich beispielsweise bei der thermischen Zersetzung von Polyvinylchlorid Salzsäure (HCl). Im Gegensatz ist die Kunststoffmasse nahezu halogenfrei, so dass Halogene bzw. die Säuren der Halogene bei einem Brand der Kunststoffmasse nicht

35 freigesetzt werden. Das Eindämmen des Brandes bzw. die Funktionserhaltung der elektrischen Bauteile der von einem Brand betroffenen Erzeugnisse ist bei Verwendung der

Kunststoffmasse auch ohne die Gegenwart von Halogenen bzw. Halogenverbindungen gewährleistet.

Es sind Gläser bekannt, die über einen niedrigen Glaspunkt T<sub>g</sub> verfügen. Derartige Gläser sind insbesondere Gläser mit Alkali-, Blei- und/oder Phosphationen. Diese Gläser können gesundheitsgefährdende Reaktionsprodukte freisetzen. So kann aus den phosphationenhaltigen Gläsern phosphorige Säure entstehen. Bleiionenhaltige Gläser stellen allein aufgrund des vorhandenen Bleis eine Belastung der Umwelt dar. Darüber hinaus zeichnen sowohl bleiionenhaltige als auch sich alkaliionen-haltige Gläser durch eine relativ hohe elektrische Leitfähigkeit aus. Im Hinblick auf eine gute elektrische Isolierung und im Hinblick auf eine hohe Umweltverträglichkeit weist in einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung das Glas einen Alkaliionenanteil und/oder einen Bleiionenanteil und oder einen Phosphationenanteil von jeweils unter einem mol.% auf. Dadurch ist gewährleistet, dass die durch eine thermische Zersetzung der Kunststoffmasse erzeugte Glaskeramik eine niedrige elektrische Leitfähigkeit aufweist. Dies ist wichtig im Zusammenhang mit der elektrischen Isolationswirkung der bei der thermischen Zersetzung der Kunststoffmasse entstandenen Glaskeramik. Darüber hinaus ist die Kunststoffmasse bzw. das Reaktionsprodukt der Kunststoffmasse umweltverträglich. Insbesondere sind nahezu keine Bleiionen enthalten. Daneben bildet sich auch bei der Thermolyse keine phosphorige Säure. Die phosphorige Säure würde, wie die Salzsäure, die bei der thermischen Zersetzung von PVC frei wird, bei einem Brand der Kunststoffmasse eine unmittelbare Gesundheitsgefährdung der Umgebung darstellen.

In einer weiteren Ausgestaltung ist mindestens ein anorganisches Ausgangsmaterial des keramischen Werkstoffs vorhanden. Das anorganische Ausgangsmaterial kann als Salz oder selbst als keramischer Werkstoff vorliegen. Insbesondere ist das anorganische Ausgangsmaterial

- Aluminiumoxid. Denkbar sind auch weitere anorganische Ausgangsmaterialien, beispielsweise Siliziumcarbid ( $\text{SiC}$ ). Diese Ausgangsmaterialien können bereits in einer reaktiven Form vorliegen. Dies bedeutet, dass die Ausgangsmaterialien
- 5 direkt mit dem durch die thermische Zersetzung des organischen Ausgangsmaterials erzeugten Grundgerüst bzw. mit dem Material des Grundgerüsts reagieren. Dabei entsteht der keramische Werkstoff. Das oder die anorganischen Ausgangsmaterialien liegen vorzugsweise als Oxide vor.
- 10 Denkbar ist auch, dass das reaktive anorganische Ausgangsmaterial in der thermischen Zersetzung der Kunststoffmasse das eigentlich gegenüber dem Material des Grundgerüsts reaktive, anorganische Ausgangsmaterial gebildet wird. Derartige anorganische Ausgangsmaterialien sind
- 15 insbesondere Carbonate oder Hydroxide. Durch Zufuhr von Energie (in Folge der Temperaturerhöhung bei einem Brand) werden diese Ausgangsverbindungen in die oxidischen, reaktiven Formen überführt. Die Reaktion wird durch Zufuhr von Energie beschleunigt. Gleichzeitig kann dabei dem
- 20 Gesamtsystem Energie entnommen, was zur Verlangsamung des Brandes beitragen kann. So entsteht beispielsweise aus Aluminiumhydroxid ( $\text{Al(OH)}_3$ ) durch Abspaltung von Wasser Aluminiumoxid.
- 25 Carbonate beinhalten zudem den Vorteil, dass in einem Niedertemperaturbereich, also einem Bereich unterhalb der Temperatur, bei der der keramische Werkstoff gebildet wird, die Brennbarkeit der Kunststoffmasse durch Freisetzen von Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) reduziert wird.
- 30 In einer besonderen Ausgestaltung weist das anorganische Ausgangsmaterial und/oder das Glasmaterial ein Pulver mit Pulverpartikeln auf, die eine mittlere Pulverpartikelgröße  $D_{50}$  von unter  $3\text{ }\mu\text{m}$  und insbesondere von unter  $1,5\text{ }\mu\text{m}$
- 35 aufweisen. Die anorganische Ausgangsverbindung ist insbesondere Aluminiumoxid. Das Aluminiumoxid liegt als feines, in der Kunststoffmasse homogen verteiltes Pulver vor.

In dieser Form übernimmt das Aluminiumoxid zwei Funktionen. Das Aluminiumoxid reagiert mit Pyrolyseprodukten der organischen Ausgangsverbindung zum keramischen Werkstoff. Da die feinen Pulverpartikel aus Aluminiumoxid eine große  
5 Oberfläche aufweisen, zeichnen sich diese durch eine hohe Reaktivität aus. Dadurch wird die Temperatur erniedrigt, bei der sich der oder die keramischen Werkstoffe bilden. Darüber hinaus fungieren die feinen Pulverpartikel aus Aluminiumoxid als Kristallisationskeime für die Bildung der Glaskeramik.  
10 Dies führt dazu, dass nicht nur der keramische Werkstoff, sondern auch die Glaskeramik bei einer relativ niedrigen Temperatur gebildet wird.

Vorteilhaft ist ein Volumenanteil des Glases an der  
15 Kunststoffmasse und/oder ein Volumenanteil des Ausgangsmaterials des Glases an der Kunststoffmasse aus dem Bereich von 1 Vol.% bis 30 Vol.% und insbesondere aus dem Bereich von 5 Vol.% bis 15 Vol.% ausgewählt. Dieser relativ geringe Volumenanteil des Glases reicht aus, um bei einer  
20 thermischen Zersetzung der Kunststoffmasse eine dichte Glaskeramik zu erhalten. Dabei kann ein niedrig schmelzendes Glaslot eingesetzt werden. Ein Glaslot ist kostengünstig. Darüber hinaus kann der Glaspunkt  $T_g$  des Glaslots über einen weiten Bereich variiert werden, so dass die Viskosität des  
25 Glaslots an die Zersetzungstemperatur  $T_z$  der organischen Ausgangsverbindung leicht angepasst werden kann.

Vorzugsweise weist das Glasmaterial hoch reaktive Gläser auf. Derartige Gläser sind insbesondere Gläser mit Boroxid ( $B_2O_3$ ),  
30 Bismutoxid ( $Bi_2O_3$ ), Zinkoxid ( $ZnO$ ) und kleinen Anteilen von Siliziumdioxid. Diese hoch reaktiven Gläser führen dazu, dass eine Verdichtung, also die Bildung der Glaskeramik, schon bei relativ niedrigen Temperaturen stattfindet. Die Verdichtung erfolgt dabei im Wesentlichen nicht durch viskoses Fließen,  
35 wie im Fall der Borosilikatgläser, sondern durch reaktives Flüssigphasensintern.



Die Kunststoffmasse eignet sich insbesondere zur chemischen und/oder elektrischen Isolierung mindestens einer Komponente des Erzeugnisses. Das Erzeugnis ist ein feuerfestes Produkt. Denkbar ist dabei ein beliebiges Erzeugnis. Insbesondere ist  
5 das Erzeugnis ein Haushaltsgerät und die Komponente ein elektrisches Bauteil des Haushaltsgeräts. Die Kunststoffmasse ist beispielsweise zu einer Brandschutzplatte oder einer feuerfesten Gummidichtung verarbeitet, so dass die Komponente des Haushaltsgeräts vor einem Brand geschützt ist. Das  
10 Verarbeiten zur Brandschutzplatte oder zur Gummidichtung kann in einem Press- oder Spritzgussprozess erfolgen.

In einer besonderen Ausgestaltung weist die Komponente des Erzeugnisses eine Umhüllung mit der Kunststoffmasse auf. Ein  
15 derartiges Erzeugnis ist insbesondere ein optischer Leiter oder ein Kabel. Die Komponente eines derartigen Erzeugnisses ist eine Kabelader des Kabels. Die Umhüllung ist eine Kabelummantelung der Kabelader. Die Kabelummantelung dient der elektrischen Isolierung der Kabelader. Im Fall eines  
20 Brandes des Kabels, der zur thermischen Zersetzung der Kunststoffmasse der Kabelummantelung führt, entsteht eine dichte, mechanische belastbare und elektrisch isolierende Glaskeramik, die die Funktion der ursprünglich vorhandenen Kabelummantelung übernimmt. Aufgrund dieser Eigenschaften der  
25 Kunststoffmasse kann die Kabelummantelung als FRNC-Kabelummantelung verwendet werden. Zum Herstellen der Kabelummantelung wird beispielsweise auf ein Extrusionsverfahren zurückgegriffen.

30 Die Kunststoffmasse führt bei einem Brand dazu, dass die elektrische Isolierung des Erzeugnisses bzw. der Komponente des Erzeugnisses erhalten bleibt. Zudem führt die bei der thermischen Zersetzung der Kunststoffmasse erzeugte Glaskeramik dazu, dass die Komponente chemisch isoliert  
35 wird. Es bildet sich eine dichte, für Chemikalien nahezu undurchlässige Beschichtung der Komponente. Die Beschichtung fungiert als Barriere für die Chemikalien. Somit kann ein

Bestandteil der Komponente nicht mit einem Bestandteil der Umgebung der Komponente in Berührung kommen und entsprechend reagieren. Ein Kabel könnte beispielsweise eine äußere und eine innere Kabelummantelung aufweisen. Die Kabelummantelung mit der Kunststoffmasse bildet die äußere Kabelummantelung. Die innere Kabelummantelung ist zwischen der äußeren Kabelummantelung mit der Kunststoffmasse und der Kabelader angeordnet und besteht aus einem preiswerten, leicht brennbaren Kunststoff. Sollte es zu einem Brand des Kabels kommen, so bildet sich aus der äußeren Kabelummantelung mit der Kunststoffmasse eine dichte Schicht aus der Glaskeramik, die dafür sorgt, dass beispielsweise Sauerstoff nicht an den leicht brennbaren Kunststoff der inneren Kabelummantelung gelangt. Die innere Kabelummantelung verbrennt nicht und bleibt intakt, so dass auch im Brandfall die elektrische Isolierung der Kabelader sicher gestellt ist. Die äußere Kabelummantelung wird beispielsweise durch Streichen oder Sprühen einer dünnen Schicht aus der Kunststoffmasse mit unvernetztem oder teilvernetztem Polymer auf der aufgetragenen inneren Kabelummantelung hergestellt. Nachfolgend wird die Vernetzung des Polymers initiiert. Es bildet sich eine feuerfeste Beschichtung aus dem keramisierbaren Kunststoff.

Denkbar ist auch, dass die Ummantelung der Komponente des Erzeugnisses neben der Kunststoffmasse weitere, beispielsweise leicht brennbare und nicht keramisierbare Kunststoffmassen aufweist. Es liegt eine Mischung aus keramisierbarer Kunststoffmasse und nicht keramisierbarer, aber leicht brennbarer Kunststoffmasse vor. Dabei ist der Füllgrad der keramisierbaren Kunststoffmasse so hoch gewählt, dass im Falle eines Brandes eine dichte Glaskeramikschiht ausgebildet wird. Durch die bei einem Brand gebildete dichte Glaskeramikschiht kann nahezu kein Stoffaustausch mit der Umgebung stattfinden. Somit kann kein Sauerstoff an die leicht brennbare Kunststoffmasse gelangen. Der Brand des Kabels kann eingedämmt werden.

Zusammenfassend ergeben sich mit der Erfindung folgende wesentlichen Vorteile:

- 5 - Aufgrund des in der Kunststoffmasse verwendeten Glases bzw. der Ausgangsverbindung des Glases mit dem Glaspunkt  $T_g$ , der im Wesentlichen der Zersetzungstemperatur  $T_z$  des organischen Ausgangsmaterials des keramischen Werkstoffs entspricht, wird das Glas in die durch die thermische  
10 Zersetzung der Kunststoffmasse erzeugte poröse Gefüge infiltriert. Dies trägt zur Stabilität des Gefüges der Glaskeramik bei.
- Durch die Verwendung hoch reaktiver Gläser erfolgt das  
15 Verdichten der Glaskeramik durch reaktives Flüssigphasensintern. Dies führt zu einer hochdichten Schicht aus der Glaskeramik.
- Die Kunststoffmasse kann aufgrund der chemischen,  
20 elektrischen und mechanischen Stabilität der durch die thermische Zersetzung erzeugten Glaskeramik als effiziente FRNC-Kabelummantelung eingesetzt werden.

Anhand mehrerer Beispiele und der dazugehörigen Figuren wird  
25 die Kunststoffmasse und ein Erzeugnis mit der Kunststoffmasse im Folgenden näher beschrieben. Die Zeichnungen sind schematisch und stellen keine maßstabsgetreuen Abbildungen dar.

30 Figur 1 zeigt einen Querschnitt eines elektrotechnischen Erzeugnisses mit der Kunststoffmasse.

Figur 2 zeigt einen Querschnitt eines weiteren elektrotechnischen Erzeugnisses mit der  
35 Kunststoffmasse.

## 12

Das elektrotechnische Erzeugnis 1 ist ein Kabel mit einer Kabelader 2 aus einem elektrisch leitenden Material und einer Kabelummantelung 3 mit der Kunststoffmasse. Die Kunststoffmasse weist als Basismaterial ein Polymer aus Poly(dimethylsiloxan) auf. Das Poly(dimethylsiloxan) fungiert als organische Ausgangsverbindung mindestens eines keramischen Werkstoffs. Daneben sind in der Kunststoffmasse eine anorganischen Ausgangsverbindung des keramischen Werkstoffs und ein Glasmaterial zur Bildung der Glaskeramik mit dem keramischen Werkstoff enthalten. Die anorganische Ausgangsverbindung ist pulverförmiges Aluminiumoxid. Die Pulverpartikel weisen eine durchschnittliche Pulverpartikelgröße D<sub>50</sub> von etwa 1 µm auf. Das Glasmaterial liegt ebenfalls pulverförmig vor mit einer Pulverpartikelgröße D<sub>50</sub> von etwa 1 µm.

Das Glasmaterial ist ein Glaspulver-Gemenge mit folgender Zusammensetzung: 27,5 mol.% Boroxid, 34,8 mol.% Bismutoxid, 32,5 mol.% Zinkoxid und 6 mol.% Siliziumdioxid. Das Glaspulver-Gemenge ist zu etwa 10 vol.% in der Kunststoffmasse enthalten.

Gemäß einer ersten Ausführungsform besteht die Kabelummantelung im Wesentlichen nur aus der Kunststoffmasse (Figur 1). Im Falle eines Kabelbrandes bildet sich aus der elektrisch isolierenden Kunststoffmasse eine elektrisch isolierende Schutzschicht aus Glaskeramik.

Gemäß einer zweiten Ausführungsform besteht die Kabelummantelung nicht nur aus der keramisierbaren Kunststoffmasse. Die Kabelummantelung weist darüber hinaus ein leicht brennbares Elastomer auf. Der Anteil des keramisierbaren Kunststoffmasse an der Kabelummantelung ist dabei so hoch gewählt, dass sich im Fall eines Brandes eine chemisch isolierende Schutzschicht aus Glaskeramik bildet. Diese Schutzschicht sorgt dafür, dass das leicht brennbare

## 13

Elastomer vor einem Angriff von Sauerstoff weitgehend geschützt wird. Der Kabelbrand kommt zum Stillstand.

- Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Kabel eine
- 5 innere Kabelummantelung 4 und eine äußere Kabelummantelung 3 auf (Figur 2). Die äußere Kabelummantelung 3 besteht aus der keramisierbaren Kunststoffmasse. Die innere Kabelummantelung 4 besteht aus einem leicht brennbaren Polymer. Im Brandfall bildet sich aus der äußeren Kabelummantelung eine dichte,
- 10 chemisch und elektrisch isolierende Schutzschicht aus Glaskeramik. Die elektrisch isolierende, innere Kabelummantelung bleibt weitgehend erhalten. Die Funktion des Kabels ist gesichert.
- 15 Zum Herstellen des Kabels 1 mit der Kabelummantelung 3 aus der keramisierbaren Kunststoffmasse wird teilvernetztes siliziumorganischen Polymers zusammen mit dem Glaspulver-Gemenge und dem Aluminiumoxid-Pulver in einem Doppel-Z-Knetter gemischt und homogenisiert. Die Beschichtung der Kabelader
- 20 des Kabels erfolgt in einem Extruder, wobei mittels eines Pinolenkopfs ein vorgeheizter Draht, der die Kabelader bildet, mit einer Schmelze der Kunststoffmasse im Extruderkopf beschichtet wird. Gleichzeitig wird die Vernetzung des Polymers vorangetrieben, wobei die
- 25 Kabelummantlung gebildet wird.

- Die Kunststoffmasse zeichnet sich beispielsweise durch folgende Kenndaten aus: mittlere Wärmefreisetzungsrate (heat release rate): 80 kW/m<sup>2</sup>; Zeitpunkt der Entzündung (time to
- 30 ignition): 117 s; Flammenentwicklungsindex (fire performance index): 0,98 m<sup>2</sup>s/kW; Rauchentwicklung (smoke parameter): 121 (MW/kg); hohe Aschestabilität (ash stability).

## Patentansprüche

1. Kunststoffmasse mit
  - mindestens einem Polymer,
  - 5 - mindestens einer organischen Ausgangsverbindung
  - mindestens eines keramischen Werkstoffs und
  - mindestens einem Glasmaterial zur Bildung einer Glaskeramik mit dem keramischen Werkstoff, das ein Glas und/oder ein Ausgangsmaterial des Glases aufweist,
  - 10 **dadurch gekennzeichnet, dass**
  - das Glas einen Glaspunkt  $T_g$  aufweist, der im Wesentlichen einer Zersetzungstemperatur  $T_z$  der organischen Ausgangsverbindung entspricht.
- 15 2. Kunststoffmasse nach Anspruch 1, wobei die organische Ausgangsverbindung ein Polyorganosiloxan ist
3. Kunststoffmasse nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Glaspunkt  $T_g$  des Glases unter  $500^\circ\text{C}$  liegt.
- 20 4. Kunststoffmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Glasmaterial Bismutoxid und/oder Boroxid und/oder Siliziumdioxid und/oder Zinkoxid aufweist.
- 25 5. Kunststoffmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der keramische Werkstoff und/oder die Glaskeramik mit dem keramischen Werkstoff zumindest ein aus der Gruppe Al, B, Ba, Bi, Ca, Mg, N, O, Si, Ti, Zn und/oder Zr ausgewählte Element aufweist.
- 30 6. Kunststoffmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei ein Volumenanteil des Glases an der Kunststoffmasse und/oder ein Volumenanteil des Ausgangsmaterials des Glases an der Kunststoffmasse aus dem Bereich von 1
- 35 Vol.% bis 30 Vol.% und insbesondere aus dem Bereich von 5 Vol.% bis 15 Vol.% ausgewählt ist.

15

7. Kunststoffmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Polymer und/oder die organische Ausgangsverbindung des keramischen Werkstoffs einen Halogen-Anteil von unter 1 mol.% aufweist.
- 5
8. Kunststoffmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Glas einen Alkaliionen-Anteil und/oder einen Bleiionen-Anteil und/oder einen Phosphationen-Anteil von jeweils unter 1 mol.% aufweist.
- 10
9. Kunststoffmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei mindestens ein anorganisches Ausgangsmaterial des keramischen Werkstoffs vorhanden ist.
- 15
10. Kunststoffmasse nach Anspruch 9, wobei das anorganische Ausgangsmaterial Aluminiumoxid ist.
11. Kunststoffmasse nach Anspruch 9 oder 10, wobei das anorganische Ausgangsmaterial und/oder das Glasmaterial ein Pulver mit Pulverpartikeln aufweist, die eine mittlere Pulverpartikelgröße D<sub>50</sub> von unter 3 µm und insbesondere von unter 1,5 µm aufweisen.
- 20
12. Erzeugnis (1) mit der Kunststoffmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zur chemischen und/oder elektrischen Isolierung mindestens einer Komponente des Erzeugnisses.
- 25
13. Erzeugnis nach Anspruch 12, wobei die Komponente (2) des Erzeugnisses (1) eine Umhüllung (3) mit der Kunststoffmasse aufweist.
- 30
14. Erzeugnis nach Anspruch 13, wobei die Umhüllung der Komponente eine Beschichtung der Komponente ist.
- 35
15. Erzeugnis nach Anspruch 13 oder 14, wobei das Erzeugnis ein Kabel, die Komponente eine Kabelader des Kabels und

16

die Umhüllung mit der Kunststoffmasse eine  
Kabelummantelung des Kabels ist.

- 5        16. Erzeugnis nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei das  
Erzeugnis ein Haushaltsgerät ist und die Komponente ein  
elektrisches Bauteil des Haushaltsgeräts ist.
- 10       17. Verwendung der Kunststoffmasse nach einem der Ansprüche  
1 bis 11 zum Herstellen einer Glaskeramik durch  
thermisches Zersetzen der Kunststoffmasse.



1/1

FIG 1

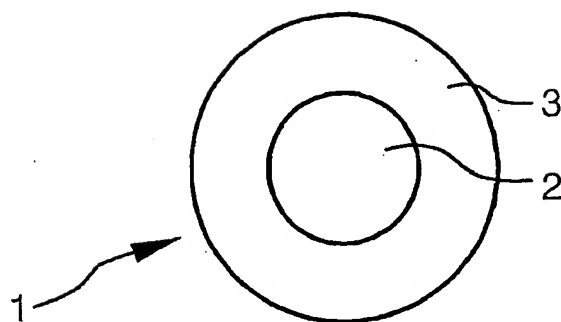
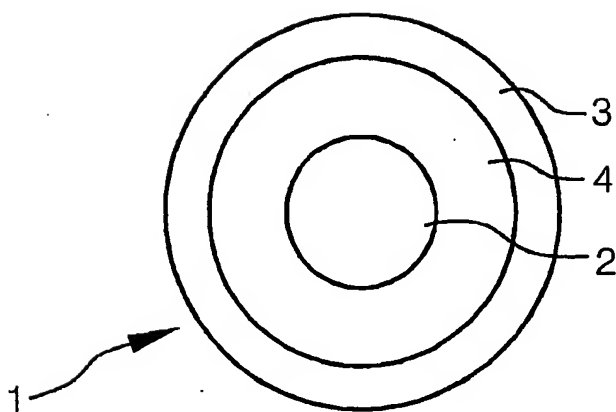


FIG 2



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

/EP2004/051267

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C03C14/00 C08K3/40 C08L83/04 H01B7/295 H01B3/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C03C C08K C08L H01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| P, X       | WO 2004/013255 A (BARBER KENNETH WILLIS ;<br>BURFORD ROBERT PAUL (AU); GENOVESE<br>ANTONIETTA) 12 February 2004 (2004-02-12)<br>page 3, line 2 - page 9, line 26<br>page 10, line 23 - line 26<br>page 11, line 1 - page 13, line 1<br>page 13, line 19 - page 14, line 10<br>examples 1-12<br>claims 1,5,16-19,29,23,32-38 | 1-10,<br>12-15,17     |
| X          | EP 0 456 557 A (SHINETSU CHEMICAL CO)<br>13 November 1991 (1991-11-13)<br>claims 14,16,17; example 3<br>-----<br>-/--   | 1-9,11,<br>12,17      |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the International filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 September 2004

Date of mailing of the international search report

24/09/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Meiners, C

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

ational Application No

.../EP2004/051267

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X          | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 2003, no. 05,<br>12 May 2003 (2003-05-12)<br>-& JP 2003 003069 A (FUJIKURA LTD),<br>8 January 2003 (2003-01-08)<br>abstract | 1-9,<br>12-15,17      |
| X          | -----<br>WO 01/85634 A (ERNY TOBIAS ; PREU GABRIELE<br>(DE); SIEMENS AG (DE))<br>15 November 2001 (2001-11-15)<br>the whole document                          | 1-17                  |
| X          | -----<br>US 2 684 349 A (WHELTON JOHN J)<br>20 July 1954 (1954-07-20)<br>claims 1,5; example 1<br>column 3, line 65 - column 4, line 2<br>-----               | 1-9,<br>11-15,17      |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

.../EP2004/051267

| Patent document<br>cited in search report |   | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 2004013255                             | A | 12-02-2004          | WO 2004013255 A1           | 12-02-2004          |
|   |   |                     | WO 2004035711 A1           | 29-04-2004          |
| EP 0456557                                | A | 13-11-1991          | JP 4013736 A               | 17-01-1992          |
|   |   |                     | JP 5061299 B               | 06-09-1993          |
|   |   |                     | JP 2049639 C               | 10-05-1996          |
|   |   |                     | JP 4065467 A               | 02-03-1992          |
|   |   |                     | JP 7081073 B               | 30-08-1995          |
|   |   |                     | JP 4065468 A               | 02-03-1992          |
|   |   |                     | JP 7081074 B               | 30-08-1995          |
|   |   |                     | DE 69107672 D1             | 06-04-1995          |
|   |   |                     | DE 69107672 T2             | 27-07-1995          |
|   |   |                     | EP 0456557 A1              | 13-11-1991          |
|   |   |                     | KR 9605070 B1              | 20-04-1996          |
|   |   |                     | US 5061736 A               | 29-10-1991          |
| JP 2003003069                             | A | 08-01-2003          | NONE                       |                     |
| WO 0185634                                | A | 15-11-2001          | DE 10022261 A1             | 22-11-2001          |
|   |   |                     | WO 0185634 A1              | 15-11-2001          |
|   |   |                     | EP 1284938 A1              | 26-02-2003          |
|   |   |                     | JP 2003532607 T            | 05-11-2003          |
|   |   |                     | US 2004101693 A1           | 27-05-2004          |
| US 2684349                                | A | 20-07-1954          | NONE                       |                     |

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

ationales Aktenzeichen

/EP2004/051267

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C03C14/00 C08K3/40 C08L83/04 H01B7/295 H01B3/46

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C03C C08K C08L H01B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| P,X        | WO 2004/013255 A (BARBER KENNETH WILLIS ;<br>BURFORD ROBERT PAUL (AU); GENOVESE<br>ANTONIETTA) 12. Februar 2004 (2004-02-12)<br>Seite 3, Zeile 2 - Seite 9, Zeile 26<br>Seite 10, Zeile 23 - Zeile 26<br>Seite 11, Zeile 1 - Seite 13, Zeile 1<br>Seite 13, Zeile 19 - Seite 14, Zeile 10<br>Beispiele 1-12<br>Ansprüche 1,5,16-19,29,23,32-38 | 1-10,<br>12-15,17  |
| X          | EP 0 456 557 A (SHINETSU CHEMICAL CO)<br>13. November 1991 (1991-11-13)<br>Ansprüche 14,16,17; Beispiel 3<br>-----<br>-/-  | 1-9,11,<br>12,17   |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&amp;\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. September 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/09/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Meiners, C

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

ationales Aktenzeichen

./EP2004/051267

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| X          | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>Bd. 2003, Nr. 05,<br>12. Mai 2003 (2003-05-12)<br>-& JP 2003 003069 A (FUJIKURA LTD),<br>8. Januar 2003 (2003-01-08)<br>Zusammenfassung<br>----- | 1-9,<br>12-15,17   |
| X          | WO 01/85634 A (ERNY TOBIAS ; PREU GABRIELE<br>(DE); SIEMENS AG (DE))<br>15. November 2001 (2001-11-15)<br>das ganze Dokument<br>-----   | 1-17               |
| X          | US 2 684 349 A (WHELTON JOHN J)<br>20. Juli 1954 (1954-07-20)<br>Ansprüche 1,5; Beispiel 1<br>Spalte 3, Zeile 65 - Spalte 4, Zeile 2<br>-----                                 | 1-9,<br>11-15,17   |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

ationales Aktenzeichen

/EP2004/051267

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 2004013255 A                                    | 12-02-2004                    | WO 2004013255 A1                  | 12-02-2004                    |
|  |                               | WO 2004035711 A1                  | 29-04-2004                    |
| EP 0456557 A                                       | 13-11-1991                    | JP 4013736 A                      | 17-01-1992                    |
|  |                               | JP 5061299 B                      | 06-09-1993                    |
|  |                               | JP 2049639 C                      | 10-05-1996                    |
|  |                               | JP 4065467 A                      | 02-03-1992                    |
|  |                               | JP 7081073 B                      | 30-08-1995                    |
|  |                               | JP 4065468 A                      | 02-03-1992                    |
|  |                               | JP 7081074 B                      | 30-08-1995                    |
|  |                               | DE 69107672 D1                    | 06-04-1995                    |
|  |                               | DE 69107672 T2                    | 27-07-1995                    |
|  |                               | EP 0456557 A1                     | 13-11-1991                    |
|  |                               | KR 9605070 B1                     | 20-04-1996                    |
|  |                               | US 5061736 A                      | 29-10-1991                    |
| JP 2003003069 A                                    | 08-01-2003                    | KEINE                             |                               |
| WO 0185634 A                                       | 15-11-2001                    | DE 10022261 A1                    | 22-11-2001                    |
|  |                               | WO 0185634 A1                     | 15-11-2001                    |
|  |                               | EP 1284938 A1                     | 26-02-2003                    |
|  |                               | JP 2003532607 T                   | 05-11-2003                    |
|  |                               | US 2004101693 A1                  | 27-05-2004                    |
| US 2684349 A                                       | 20-07-1954                    | KEINE                             |                               |